

DOCKET NO.: 220202US2XPCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Tomomi YAMASAKI et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/05798

INTERNATIONAL FILING DATE: August 28, 2000

FOR: MAGNETRON PLASMA PROCESSING APPARATUS

A4  
C7.

6/27/02

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231


Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	11-248693	02 September 1999

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/05798.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 1/97)

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

28.08.00

EKU

10-069572  
JP00/5798

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 9月 2日

REC'D 13 OCT 2000

WIPO

PCT

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第248693号

出願人  
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社  
信越化学工業株式会社

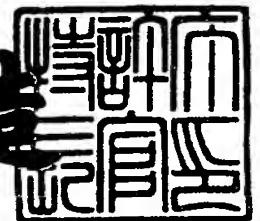
# PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3078711

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP972142

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302  
C23F 4/00  
C23C 16/50

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社 総合研究所内

【氏名】 近藤 智美

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社 総合研究所内

【氏名】 木村 英利

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市住吉町 2 - 3 0 - 7 東京エレクトロン株式会社 府中テクノロジーセンター内

【氏名】 荒見 淳一

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 小野 博夫

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

【氏名】 奥石 公

【発明者】

【住所又は居所】 福井県武生市北府 2 丁目 1 番 5 号 信越化学工業株式会社磁性材料研究所内

【氏名】 宮田 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000002060

【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マグネトロンプラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板が装入され、真空中に保持可能なチャンバーと、  
前記チャンバー内に互いに対向して設けられた一対の電極と、  
これら一対の電極の間に電界を形成する電界形成手段と、  
チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、  
前記一対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を  
形成する磁場形成手段と  
を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で  
該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置であっ  
て、

前記磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲に  
リング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に  
直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向  
上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端  
部の外側に位置する所定領域の近傍にその所定領域に N 極を向けて配置される 1  
または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、前記所定領域の近傍  
にその所定領域に S 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁  
石からなる第 2 部分とを含み、これら第 1 部分および第 2 部分により前記所定領  
域の磁場強度を局部的に高くすることを特徴とするマグネトロンプラズマ処理装  
置。

【請求項 2】 前記第 1 部分と前記第 2 部分とは連続して配置されているこ  
とを特徴とする請求項 1 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

【請求項 3】 被処理基板が装入され、真空中に保持可能なチャンバーと、  
前記チャンバー内に互いに対向して設けられた一対の電極と、  
これら一対の電極の間に電界を形成する電界形成手段と、  
チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

前記一対の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置であつて、

前記磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第 1 の領域の近傍にその第 1 の領域に N 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第 1 の領域とは離隔して位置する第 2 の領域の近傍にその第 2 の領域に S 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 2 部分とを含み、これら第 1 部分および第 2 部分により前記第 1 および第 2 の領域の磁場強度を局部的に高くすることを特徴とするマグネトロンプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記第 1 部分と前記第 2 部分とは離間して配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載のマグネトロンプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハ等の被処理基板に対してマグネトロンプラズマによる処理を行うマグネトロンプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、比較的低压雰囲気にて高密度のプラズマを生成して微細加工のエッチングを行うマグネトロンプラズマエッチング装置が実用化されている。この装置は、永久磁石をチャンバーの上方に配置し、永久磁石から漏洩した磁場を半導体ウ

エハに対して水平に印加するとともに、これに直交する高周波電界を印加して、その際に生じる電子のドリフト運動を利用して極めて高効率でエッチングするものである。

## 【0003】

このようなマグネトロンプラズマにおいては、電子のドリフト運動に寄与するのは電界に垂直な磁場、すなわち半導体ウエハに対して水平な磁場であるが、上記装置では必ずしも均一な水平磁場が形成されていないことから、プラズマの均一性が十分ではなく、エッチング速度の不均一や、チャージアップダメージ等が生じるという問題がある。

## 【0004】

このような問題を回避するために、チャンバー内の処理空間において半導体ウエハに対して一様な水平磁場を形成することが要望されており、そのような磁場を発生することができる磁石としてダイポールリング磁石が知られている。図9に示すように、このダイポールリング磁石102は、チャンバー101の外側に複数の異方性セグメント柱状磁石103をリング状に配置したものであり、これら複数の異方性セグメント柱状磁石103の磁化の方向を少しずつずらして全体として一様な水平磁場Bを形成するものである。なお、図9は装置を上から見た図（平面図）であり、磁場方向の基端側をN、先端側をS、これらから90°の位置をEおよびWで示している。また、図9において、参照符号100は半導体ウエハである。

## 【0005】

しかしながら、このようなダイポールリング磁石によって形成される水平磁場は、図9においてNからSの一方向のみを向いている水平磁場であるため、このままでは電子はドリフト運動を行って一方向に進み、プラズマ密度の不均一を生じる。すなわち、電子は、電界と磁界との外積方向、つまり電界が上から下に向かって形成されている場合には、EからWに向かってドリフト運動を行って進むため、E側ではプラズマ密度が低く、W側でプラズマ密度が高いという不均一が生じる。

## 【0006】



このため、ダイポールリング磁石をその周方向に沿って回転させて電子のドリフト運動の向きを変化させることが行われているが、実際にはそれだけでは広範囲にプラズマ密度を均一にすることはできない。

【0007】

そこで、電子のドリフト方向、つまり図9のEからWに向かう方向に磁場勾配を形成し、電子のドリフト運動に伴うプラズマの不均一を解消する技術が提案されている（特開平9-27278号公報）。この技術では図10に示すように、W側の異方性セグメント柱状磁石を少なくしてEからWに向かう方向に磁場強度の勾配を形成するものである。

【0008】

ところで、近年、益々デバイスの微細化が要求されるようになっており、プラズマエッチング処理ではより低圧下での処理が要求されている。低圧下において効率的なプラズマ処理を行うためにはプラズマ密度をより上昇させることが必要となり、マグネトロンプラズマ処理においては、そのために、磁場強度を上昇させることが考えられる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、酸化膜等の絶縁膜をエッチングする場合等には、チャージアップダメージを回避するためにウエハが存在している部分の磁場強度は200 Gauss程度が限度であるため、上述の技術により磁場勾配を形成してプラズマの均一性を達成することができたとしても、プラズマ密度を十分に高めることができず、エッチングレートが不十分となるおそれがある。ウエハのE側端部外側部分に局部的に磁場の強い領域が形成することができれば、ウエハにダメージを与えずにプラズマ密度を上昇させることができると考えられるが、従来は局部的に強磁場部分を形成することが困難であった。

【0010】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、被処理体の処理空間の所望の位置に局部的に強磁場強度部分を形成して、処理空間のプラズマ密度を高くすることができるマグネトロンプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、第1発明は、被処理基板が装入され、真空中に保持可能なチャンバーと、

前記チャンバー内に互いに対向して設けられた一对の電極と、

これら一对の電極の間に電界を形成する電界形成手段と、

チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

前記一对の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する所定領域の近傍にその所定領域にN極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第1部分と、前記所定領域の近傍にその所定領域にS極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第2部分とを含み、これら第1部分および第2部分により前記所定領域の磁場強度を局部的に高くすることを特徴とするマグネトロンプラズマ処理装置被処理を提供する。

【0012】

また、第2発明は、被処理基板が装入され、真空中に保持可能なチャンバーと、

前記チャンバー内に互いに対向して設けられた一对の電極と、

これら一对の電極の間に電界を形成する電界形成手段と、

チャンバー内に処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

前記一对の電極間の処理空間に、電界方向と直交しかつ一方向に向かう磁場を

形成する磁場形成手段と

を具備し、前記処理空間に、電極に対して平行に被処理基板が配置された状態で該基板にマグネトロンプラズマ処理を施すマグネトロンプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、

前記複数の異方性セグメント磁石は、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第 1 の領域の近傍にその第 1 の領域に N 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第 1 の領域とは離隔して位置する第 2 の領域の近傍にその第 2 の領域に S 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 2 部分とを含み、これら第 1 部分および第 2 部分により前記第 1 および第 2 の領域の磁場強度を局部的に高くすることを特徴とするマグネトロンプラズマ処理装置を提供する。

### 【0013】

上記第 1 発明によれば、磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、かつ、複数の異方性セグメント磁石が、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分に位置する所定領域の近傍にその所定領域に S 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、前記所定領域の近傍にその所定領域に N 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 2 部分とを含むことにより、その所定領域において、ダイポールリング磁石によって形成されたダイポール磁場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、その所定領域の磁場を局部的に強くすることができる。したがって、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外

側部分に位置する所定領域において局部的に強磁場部分を形成することができ、処理空間のプラズマ密度を高くすることができる。

#### 【0014】

上記第2発明によれば、複数の異方性セグメント磁石が、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第1の領域の近傍にその第1の領域にN極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第1部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第1の領域とは離隔して位置する第2の領域の近傍にその第2の領域にS極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第2部分とを含むことにより、その2つの領域において、ダイポールリング磁石によって形成されたダイポール磁場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、その2つの領域の磁場を局部的に強くすることができる。これにより、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分の広い領域に亘って強磁場の等磁場領域を形成することができ、被処理基板の端部領域近傍の広い範囲で電子が一斉にドリフトを開始させることができるので、処理空間のプラズマ密度を一層高くすることができる。

#### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図である。このエッチング装置は、気密に構成され、小径の上部1aと大径の下部1bとからなる段つき円筒状をなし、壁部が例えばアルミニウム製のチャンバー1を有している。このチャンバー1内には、被処理体である半導体ウエハ30基板を水平に支持する支持テーブル2が設けられている。支持テーブル2は例えばアルミニウムで構成されており、絶縁板3を介して導体の支持台4に支持されている。また、支持テーブル2の上方の外周には導電性材料、例えば単結晶シリコンで形成された導電性フォーカスリング5が設けられている。上記支持テーブル2と支持台4は、ボールねじ7を含むボールねじ機構により昇降可能となっており、支持第4の下方の駆動部分は、ステンレス鋼（SUS）製のベローズ8で覆われている。チャンバー1は接地されており、支持テーブル2の中に冷

媒流路（図示せず）が設けられて冷却可能となっている。また、ベローズ 8 の外側にはベローズカバー 9 が設けられている。

【0016】

支持テーブル 2 には、マッチングボックス 1 1 を介して R F 電源 1 0 が接続されている。R F 電源 1 0 からは例えば 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力が支持テーブル 2 に供給されるようになっている。一方、支持テーブル 2 に対向してその上方には後述するシャワーヘッド 1 6 が互いに平行に設けられており、このシャワーヘッド 1 6 は接地されている。したがって、これら是一对の電極として機能する。

【0017】

支持テーブル 2 の表面上には直径が 3 0 0 m m の半導体ウエハ 3 0 を静電吸着するための静電チャック 6 が設けられている。この静電チャック 6 は絶縁体 6 b の間に電極 6 a が介在されて構成されており、電極 6 a には直流電源 1 2 が接続されている。そして電極 6 a に電源 1 2 から電圧が印加されることにより、クーロン力によって半導体ウエハ 3 0 が吸着される。

【0018】

支持テーブル 2 の内部には、図示しない冷媒流路が形成されており、その中に適宜の冷媒を循環させることによって、半導体ウエハ 3 0 を所定の温度に制御可能となっている。また、フォーカスリング 5 の外側にはバッフル板 1 3 が設けられている。バッフル板 1 3 は支持台 4、ベローズ 8 を通してチャンバー 1 と導通している。

【0019】

チャンバー 1 の天壁部分には、支持テーブル 2 に対向するようにシャワーヘッド 1 6 が設けられている。シャワーヘッド 1 6 は、その下面に多数のガス吐出孔 1 8 が設けられており、かつその上部にガス導入部 1 6 a を有している。そして、その内部には空間 1 7 が形成されている。ガス導入部 1 6 a にはガス供給配管 1 5 a が接続されており、このガス供給配管 1 5 a の他端には、エッチング用の反応ガスおよび希釈ガスからなる処理ガスを供給する処理ガス供給系 1 5 が接続されている。反応ガスとしては、ハロゲン系のガス、希釈ガスとしては、A r ガ

ス、He ガス等、通常この分野で用いられるガスを用いることができる。

#### 【0020】

このような処理ガスが、処理ガス供給系 15 から処理ガスがガス供給配管 15 a、ガス導入部 16 a を介してシャワーヘッド 16 の空間 17 に至り、ガス吐出孔 18 から吐出され、半導体ウエハ 30 に形成された膜がエッチングされる。

#### 【0021】

処理室 1 の下部 1 b の側壁には、排気ポート 19 が形成されており、この排気ポート 19 には排気系 20 が接続されている。そして排気系 20 に設けられた真空ポンプを作動させることによりチャンバー 1 内を所定の真空度まで減圧することができるようになっている。一方、処理室 1 の下部 1 b の側壁上側には、半導体ウエハ 30 の搬入出口を開閉するゲートバルブ 24 が設けられている。

#### 【0022】

一方、チャンバー 1 の上部 1 a の周囲には、同心状に、ダイポールリング磁石 21 が配置されており、支持テーブル 2 とシャワーヘッド 16 との間の空間に磁界を及ぼすようになっている。このダイポールリング磁石 21 は、図示しないモータ等の回転手段により回転可能となっている。

#### 【0023】

このように構成されるマグネトロンプラズマエッチング装置においては、まず、ゲートバルブ 24 を開にして半導体ウエハ 30 がチャンバー 1 内に搬入され、支持テーブル 2 に載置された後、支持テーブル 2 が図示の位置まで上昇され、排気系 20 の真空ポンプにより排気ポート 19 を介してチャンバー 1 内が排気される。

#### 【0024】

チャンバー 1 内が所定の真空度になった後、チャンバー 1 内には処理ガス供給系 15 から所定の処理ガスが導入され、チャンバー 1 内が所定の圧力、例えば 50 mTorr に保持され、この状態で RF 電源 10 から支持テーブル 2 に、周波数が例えば 13.56 MHz、パワーが例えば 1000 ~ 5000 W の高周波電力が供給される。このとき、直流電源 11 から静電チャック 6 の電極 6 a に所定の電圧が印加され、半導体ウエハ 30 はクーロン力により吸着される。

## 【 0 0 2 5 】

この場合に、上述のようにして下部電極である支持テーブル 2 に高周波電力が印加されることにより、上部電極であるシャワーヘッド 1 6 と下部電極である支持テーブル 2 との間には電界が形成される。一方、処理室 1 の上部 1 a にはダイポールリング磁石 2 1 により水平磁界が形成されているから、半導体ウエハ 3 0 が存在する処理空間には電子のドリフトによりマグネトロン放電が生じ、それによって形成された処理ガスのプラズマにより、半導体ウエハ 3 0 上に形成された所定の膜がエッチング処理される。

## 【 0 0 2 6 】

次に、ダイポールリング磁石について説明する。

図 2 はチャンバー 1 の周囲に配置された状態のダイポールリング磁石の水平断面図である。

## 【 0 0 2 7 】

これらの図に示すように、ダイポールリング磁石 2 1 は、複数の異方性セグメント柱状磁石 2 2 がリング状の磁性体のケーシング 2 3 に取り付けられて構成されている。この例では、円柱状をなす 3 0 個の異方性セグメント柱状磁石 2 2 がリング状に配置されている。しかし、異方性セグメント柱状磁石の数はこの例に限定されるものではなく、その断面形状もこの例のように円に限らず、正方形、長方形、台形等、任意の形状を採用することができる。異方性セグメント柱状磁石 2 2 を構成する磁石材料も特に限定されるものではなく、例えば、希土類系磁石、フェライト系磁石、アルニコ磁石等、公知の磁石材料を適用することができる。

## 【 0 0 2 8 】

ダイポールリング磁石 2 1 は、基本的には従来と同様に、複数の異方性セグメント磁石 2 2 の磁化の方向を少しずつずらして、図 2 に示すように全体として一方向に向かう水平磁場 B を形成する。なお、図 2 において、磁場方向の基端側を N、先端側を S、これらから 9 0° の位置を E および W で示している。

## 【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、処理空間においては、プラズマと半導体ウエハ 3 0 の上面

との間には電界  $E_L$  が形成されており、一方、磁場  $B$  はチャンバー 1 内でほぼ  $N$  から  $S$  に向かって一方向に形成されているため、発生した電子は、 $E$  から  $W$  側に向かってドリフト運動を行って進む。このため、このままでは  $W$  側の電子密度が高くなって、プラズマ密度の不均一を生じる。プラズマ密度は磁場強度が高くなるほど上昇するので、 $E$  側の磁場強度が高く、 $W$  側の磁場強度が低くなるような磁場強度の勾配を形成することにより上記問題を解決することができる。

【0030】

従来は、そのために  $W$  側の部分の異方性セグメント柱状磁石を削除するとともに、 $E$  側の異方性セグメント柱状磁石の強度を高くして、処理空間の  $E$  側端部の磁場強度が最も強く、かつドリフト電子が  $W$  側で拡散するような磁力線が形成されるように磁石を設計している。

【0031】

ところで、半導体ウエハ 30 上の絶縁膜（酸化膜、窒化膜等）をエッチングする場合は、チャージアップダメージが懸念されることから、半導体ウエハ 30 上では最も磁場強度が強い  $E$  側端部でも 200 Gauss 以下にする必要があり、従来の磁場勾配では、ウエハの  $E$  側端部外側の磁場強度が十分とはいえず、プラズマの生成量が少なくなってエッチングレートが不十分になるおそれがある。つまり、近年のデバイスの微細化に従って、プラズマエッチング処理では、より低圧下での処理が要求されており、低圧下において効率的なプラズマ処理を行うためにはプラズマ密度をより上昇させることが必要であるが、従来の磁場勾配では十分なプラズマの生成量を得ることができない。

【0032】

このような問題を解決するため、上記ダイポールリング磁石 21 では、図 2 に示すように、 $W$  側の部分の異方性セグメント柱状磁石を削除して  $W$  側の磁場強度を低下させるとともに、図 2 の符号  $a$ 、 $b$  で示した領域  $A$  の近傍の部分の異方性セグメント柱状磁石の磁極を領域  $A$  に向けている。具体的には符号  $a$  の部分の異方性セグメント柱状磁石では  $N$  極を、符号  $b$  の部分の異方性セグメント柱状磁石では  $S$  極を領域  $A$  に向けている。このようにして異方性セグメント柱状磁石の  $N$  極および  $S$  極を領域  $A$  に向けることにより、領域  $A$  において、ダイポールリング



磁石によって形成された磁場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、領域Aの磁場を局部的に強くすることができる。そして、このように半導体ウエハ30のE側端部の外側領域の磁場強度が高くなることにより、その領域でのプラズマ生成量を上昇させることができ、プラズマ密度を高めることができる。

## 【0033】

つまり、半導体ウエハ30のE側の外側の領域の磁場強度を上昇させることにより、図4に示すように、半導体ウエハ30のE側外側のフォーカスリング5の表面において電子の生成量が増加するため、ドリフトによってW側へ供給される電子の量も増加し、結果的にプラズマ密度が上昇する。

## 【0034】

本発明に従って図2に示すようにa, bで示した部分の異方性セグメント柱状磁石の磁極を領域Aに向けた場合の磁場強度分布と、磁極の向きを変えない従来の場合の磁場強度とを、それぞれ図5および図6に示す。なお、これらの図の等磁場強度線は10 Gauss間隔である。これらの図を比較すると、図5では、領域Aに相当する部分の等磁場強度線の間隔が密であり、磁場強度の勾配が急でその部分の磁場強度が高くなっているのに対し、図6では領域Aに相当する部分の等磁場強度線の間隔があまり密ではなく、磁場強度の勾配が緩やかでその部分の磁場強度はあまり高くなっていないことがわかる。実際にE-W断面での磁場強度勾配は図7に示すようになっており、本発明では半導体ウエハ30のE側端部の外側領域において、磁場強度の勾配が急峻であり、従来よりも著しく高い磁場強度が得られていることが確認される。

## 【0035】

以上のような磁場強度の強い部分を、半導体ウエハ30のE側外側の広い領域に亘って形成し、半導体ウエハ30のE側端部およびその外側部分に沿った広い領域に亘って等磁場強度となるようにすることが好ましい。これにより、半導体ウエハ30の端部領域近傍の広い範囲で電子が一斉にドリフトを開始するため、プラズマ密度を上昇させやすい。

## 【0036】

このような観点からは、図 8 に示すように、半導体ウエハ 3 0 の E 側端部外側で E - W ラインの両側の領域 C, D の磁場を強くすることも有効である。この場合には、この図に示すように、領域 C, D 近傍の符号 c, d の部分の各 3 つの異方性セグメント柱状磁石の磁極をそれぞれ領域 C, D に向けることにより、所望の磁場強度分布を得ることができる。具体的には符号 c の部分の 3 つの異方性セグメント柱状磁石の N 極を領域 C に向け、符号 d の部分の 3 つの異方性セグメント柱状磁石の S 極を領域 D に向ける。このようにして異方性セグメント柱状磁石の N 極および S 極をそれぞれ領域 C および D に向けることにより、これらの領域において、ダイポールリング磁石によって形成された磁場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、領域 C, D の磁場を局部的に強くすることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく種々変更可能である。例えば、上記実施の形態では被処理基板として半導体ウエハの場合について示したが、これに限るものではない。また、上記実施の形態では、本発明をマグネトロンプラズマエッチング装置に適用した例について示したが、これに限らず他のプラズマ処理にも適用することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、磁場形成手段は、複数の異方性セグメント磁石を前記チャンバーの周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石を有し、前記電極間の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、電子ドリフト方向上流側で磁場強度が大きく下流側で磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、かつ、複数の異方性セグメント磁石が、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分に位置する所定領域の近傍にその所定領域に S 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 1 部分と、前記所定領域の近傍にその所定領域に N 極を向けて配置される 1 または 2 以上の異方性セグメント磁石からなる第 2 部分とを含むことにより、その所定領域において、ダイポールリング磁石によって形成されたダイポール磁

場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、その所定領域の磁場を局部的に強くすることができる。したがって、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分に位置する所定領域において局部的に強磁場部分を形成することができ、処理空間のプラズマ密度を高くすることができる。

#### 【0039】

また、複数の異方性セグメント磁石が、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に位置する第1の領域の近傍にその第1の領域にN極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第1部分と、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側に前記第1の領域とは離隔して位置する第2の領域の近傍にその第2の領域にS極を向けて配置される1または2以上の異方性セグメント磁石からなる第2部分とを含むことにより、その2つの領域において、ダイポールリング磁石によって形成されたダイポール磁場に局部的に磁場ベクトルの乱れを生じさせることができ、その2つの領域の磁場を局部的に強くすることができる。これにより、被処理基板の電子ドリフト方向上流側端部の外側部分の広い領域に亘って強磁場の等磁場領域を形成することができ、被処理基板の端部領域近傍の広い範囲で電子が一斉にドリフトを開始させることができるので、処理空間のプラズマ密度を一層高くすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図。

##### 【図2】

図1の装置のチャンバーの周囲に配置された状態のダイポールリング磁石の水平断面図。

##### 【図3】

図1のマグネトロンプラズマエッチング装置におけるダイポールリング磁石とチャンバー内部の状態を模式的に示す図。

##### 【図4】

本発明の一実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置におけるフォ

ーカスリングで発生した電子のドリフト状態を示す模式図。

【図 5】

図 2 のダイポールリング磁石で形成された磁場の磁場強度分布を示す図。

【図 6】

従来のダイポールリング磁石で形成された磁場の磁場強度分布を示す図。

【図 7】

本発明および従来のマグネトロンプラズマエッチング装置の処理空間の E - W 断面における磁場強度勾配を示すグラフ。

【図 8】

本発明の他の実施形態に係るマグネトロンプラズマエッチング装置のチャンバ一周囲に配置されたダイポールリング磁石の水平断面図。

【図 9】

従来のダイポールリング磁石を示す模式図。

【図 1 0】

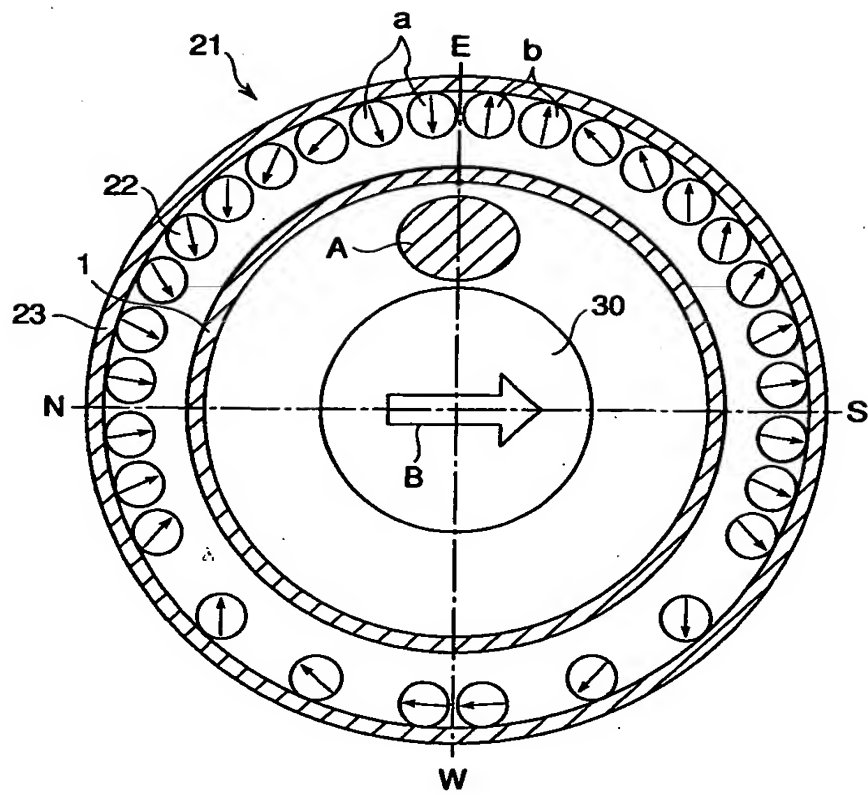
従来のダイポールリング磁石を示す模式図。

【符号の説明】

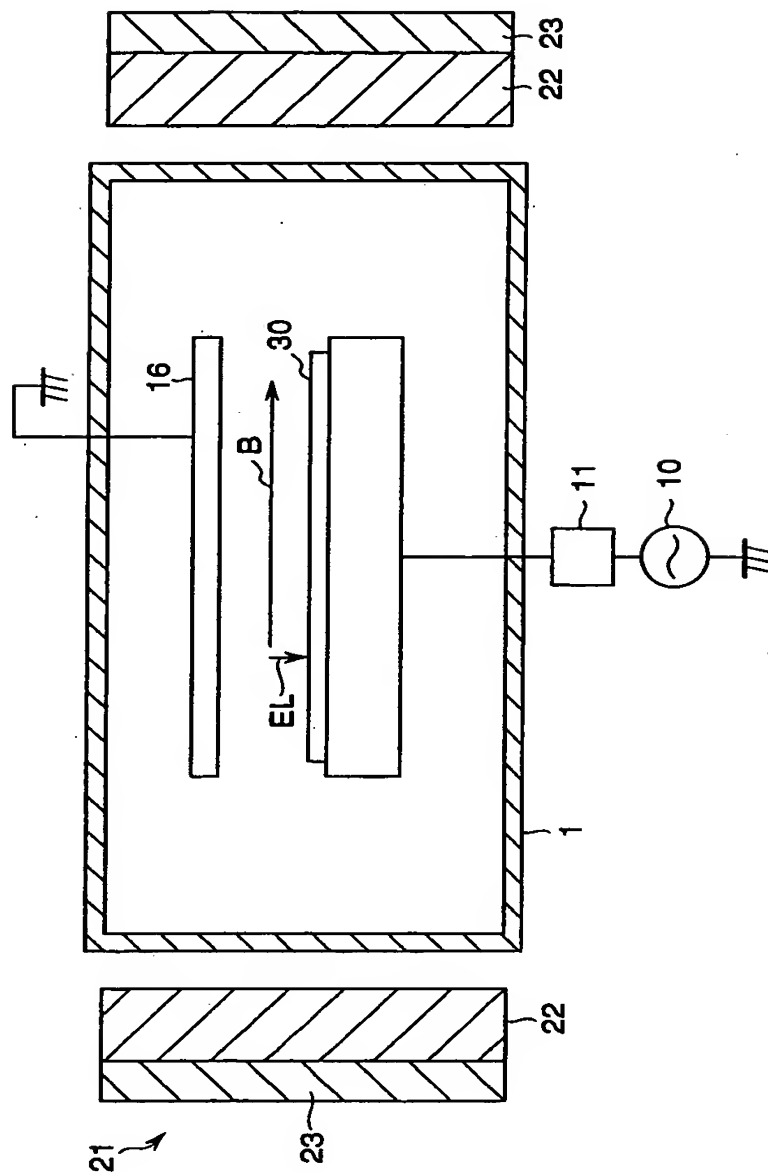
- 1 ; チャンバー
- 2 ; 支持テーブル (下部電極)
- 1 0 ; R F 電源
- 1 5 ; 処理ガス供給系
- 1 6 ; シャワーヘッド (上部電極)
- 2 0 ; 排気系
- 2 1 ; ダイポールリングマグネット
- 2 2 ; 異方性セグメント柱状磁石
- 2 3 ; ケーシング
- 3 0 ; 半導体ウエハ (被処理基板)
- A, C, D ; 磁場強度が強い領域



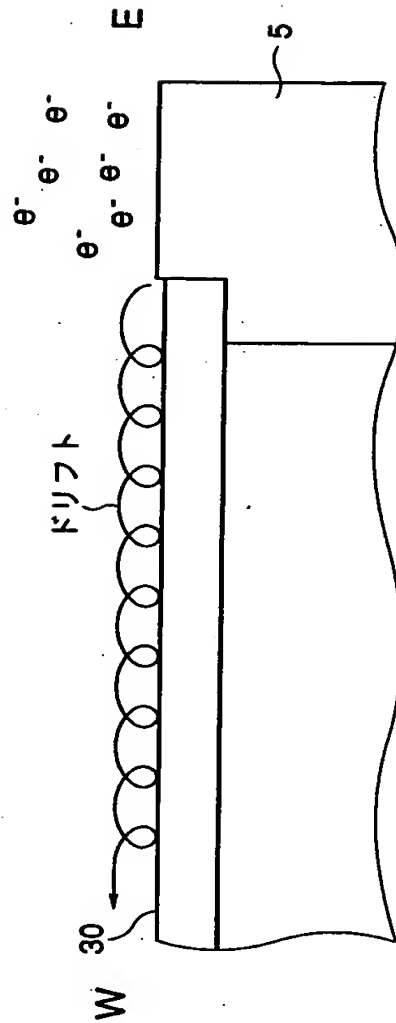
【図 2】



【図 3】

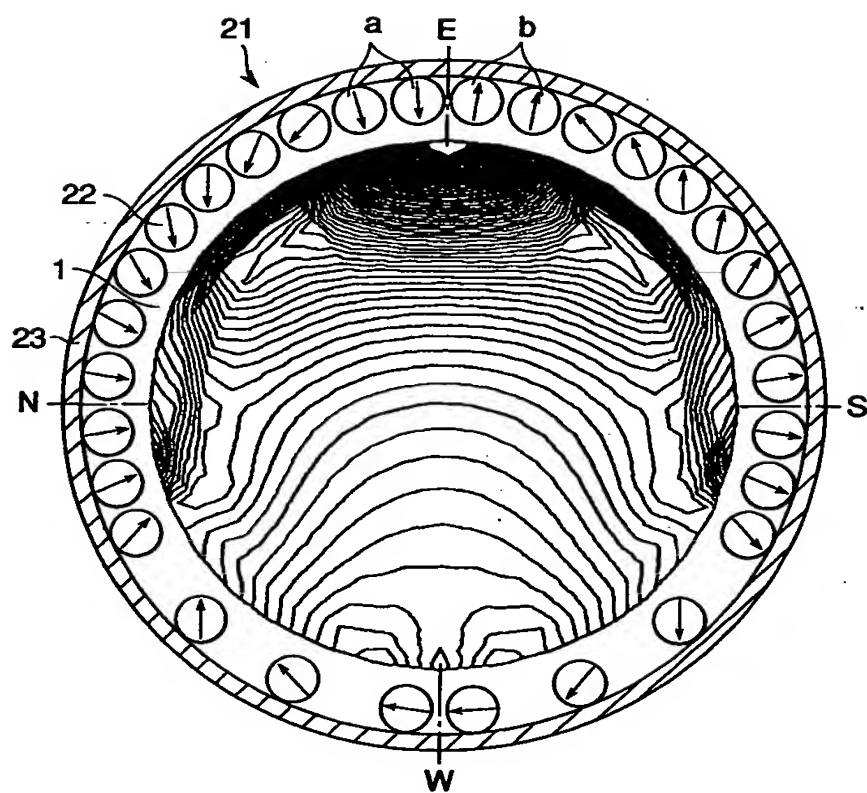


【図 4】

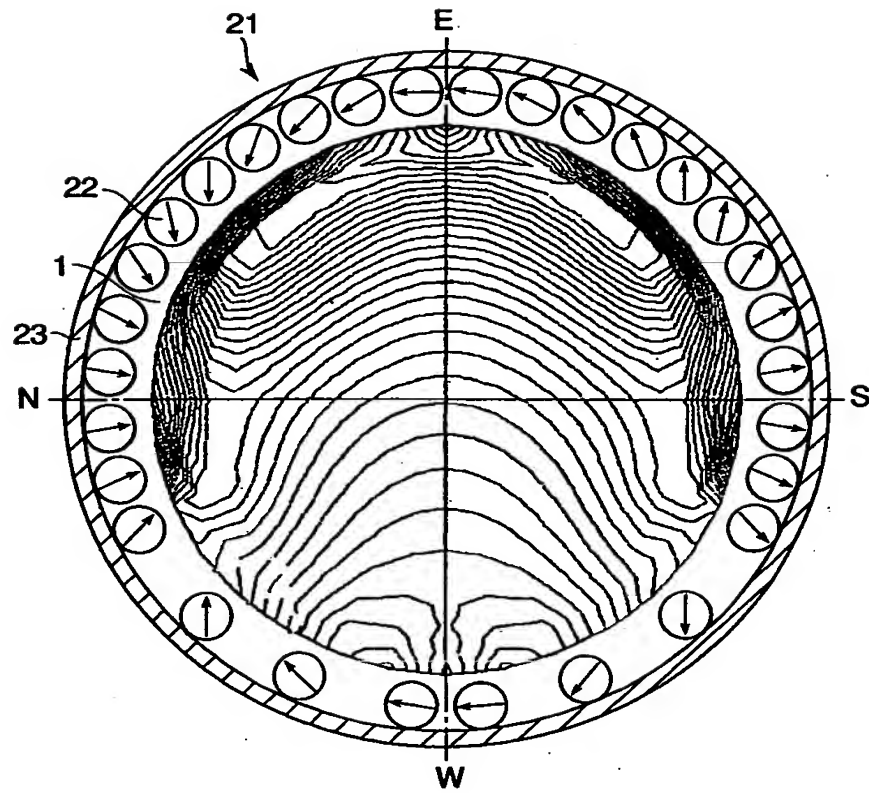




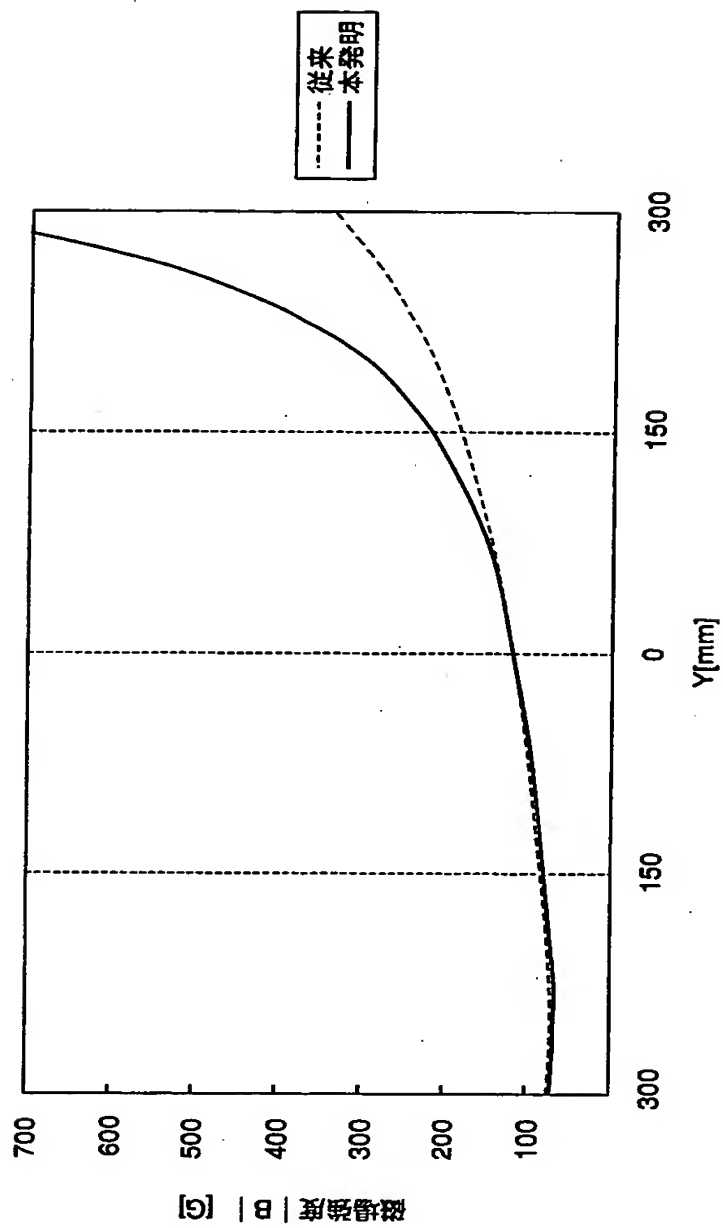
【図 5】



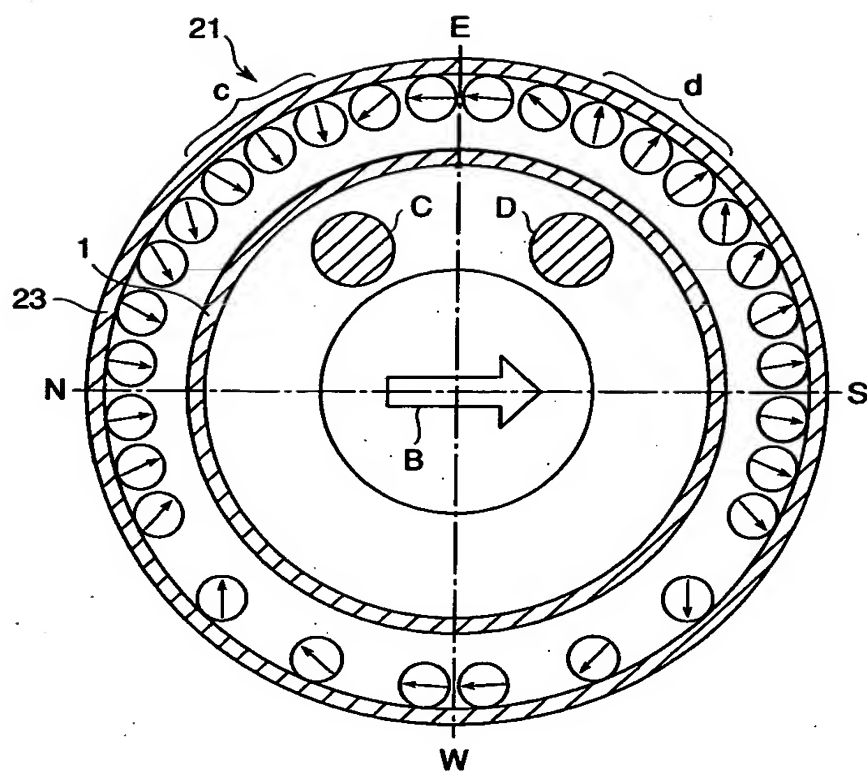
【図 6】



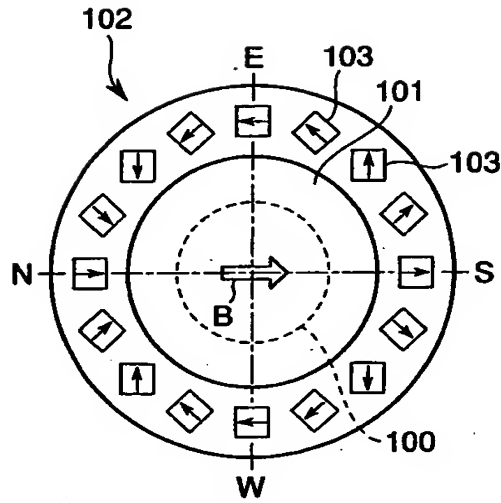
【図 7】



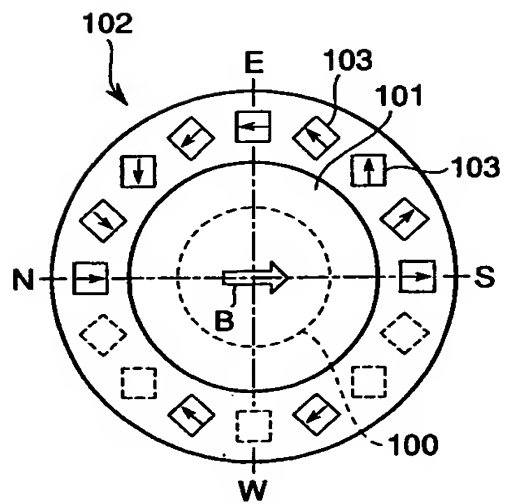
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被処理体の処理空間の所望の位置に局部的に強磁場強度部分を形成して、処理空間のプラズマ密度を高くすることができるマグネトロンプラズマ処理装置を提供すること。

【解決手段】 基板30にマグネトロンプラズマ処理を施すに際し、複数の異方性セグメント磁石22をチャンバー1の周囲にリング状に配置してなるダイポールリング磁石21を設け、電極間1,16の電界方向に直交する平面内において、磁場方向に直交する方向に沿って、E側からW側へ向かって磁場強度が小さくなる磁場勾配を形成し、かつ、複数の異方性セグメント磁石22を、被処理基板30のE側端部の領域A近傍に領域AにN極を向けて配置される異方性セグメント磁石からなる第1部分aと、領域A近傍に領域AにS極を向けて配置される異方性セグメント磁石からなる第2部分bとを含むようにし、領域Aの磁場強度を局部的に高くする。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第248693号
受付番号	59900854081
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成11年 9月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成11年 9月 2日

次頁無

特平 11-248698

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名 東京エレクトロン株式会社



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002060]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

氏 名

信越化学工業株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**